

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-179327

(43)Date of publication of application : 17.07.1989

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

H01L 21/30

(21)Application number : 63-000352

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.01.1988

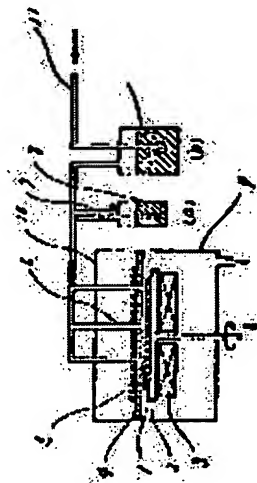
(72)Inventor : KAWASUMI KENICHI
INADA AKIISA

(54) ASHING

(57)Abstract:

PURPOSE: To remove a resist at a low temperature and to remove it by an ashing operation at a high speed which is practically satisfactory by exposing an organic substance to ultraviolet rays, an oxygen radical and a hydroxy radical.

CONSTITUTION: A wafer 1 where an organic substance such as a resist or the like exists on the surface is fixed to a stage 2 which can be turned and moved up and down; the stage 2 is heated by using a heater 3. The wafer 1 is irradiated with a beam of an ultraviolet lamp 5 through a quartz glass sheet 4 which can transmit ultraviolet rays. The quartz glass sheet 4 is equipped with two or more nozzles 6 used to supply a gas onto the surface of the wafer 1. For example, water or hydrogen peroxide or both 8 of these which have been made like a mist are supplied onto the surface of the wafer 1 together with the gas. When a hydroxy radical is generated, an ashing operation is accelerated, and a speed to remove the resist can be increased.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A)

平1-179327

⑤ Int. Cl.⁴H 01 L 21/302
21/30

識別記号

3 6 1

庁内整理番号

H-8223-5F
R-7376-5F

④ 公開 平成1年(1989)7月17日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全3頁)

④ 発明の名称 灰化方法

② 特 願 昭63-352

② 出 願 昭63(1988)1月6日

⑦ 発 明 者 川 澄 建 一 東京都青海市藤橋888番地 株式会社日立製作所青梅工場内

⑦ 発 明 者 稲 田 暁 勇 東京都青海市藤橋888番地 株式会社日立製作所青梅工場内

⑦ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑦ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

灰化方法

2. 特許請求の範囲

1. オゾンを含む酸素ガスに、水または過酸化水素液またはその両方を含有させて、紫外線とともにレジスト等有機物の存在する加熱された表面に当てることを特徴とする灰化方法。

2. 酸素ガスに、水または過酸化水素液またはその両方を含有させて、紫外線とともに、レジスト等有機物の存在する加熱された表面に当てることを特徴とする灰化方法。

3. 酸素又は、オゾンを含む酸素ガスとともに、霧状の水または過酸化水素液またはその両方をレジスト等有機物の存在する加熱された表面に供給すると同時に紫外線を照射することを特徴とする灰化方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、有機物の灰化除去に係り、特に低温

での灰化速度を増すのに好適な灰化方法に関する。
〔従来の技術〕

従来の方法は、特開昭62-165923号に記載のように、オゾンを含む酸素ガスと熱によって灰化除去するようになっていた。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は、低温での灰化速度を向上させる点について配慮されておらず、特に高集積化した半導体のレジスト除去には、問題があった。

本発明の目的は、レジスト除去をより低温で可能にし、しかも実用上満足しうる高い速度で灰化除去する方法を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、紫外光とともに酸素ラジカルとヒドロキシラジカルを有機物にさらすことにより、達成される。

〔作用〕

紫外光のうち、たとえば185nmや194nmの波長の光は、酸素を分解してオゾンを作る効果、 H_2O を分解して HO ラジカルを作る効果、

H₂O₂を分解してH₂Oラジカル(ヒドロキシラジカル)を作る効果がある。また、254nmの波長の光は、オゾン分解して酸素ラジカルを作る効果がある。さらにこれらの紫外光は、そのエネルギーによって有機物の化学結合を切断する効果がある。上記酸素ラジカルや、ヒドロキシラジカルは、有機物の組成原子と反応して、水や酸素ガスを生成し有機物をガス化する働きがある。そして、有機物を加熱することは、上記各ラジカルと有機物組成原子との反応を促進する働きがある。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1、2図により説明する。

レジスト等有機物の存在する表面をもったウエーハ1は、回転、上下可動なステージ2の上に固定されており、該ステージ2は、ヒータ3によって加熱される。上記ウエーハ1には、紫外線ランプ5の光が、紫外線を透過可能な石英ガラス4を透過して照射される。該石英ガラス4には、ウエーハ1の表面上にガスを供給するノズル6が複数

取り付けられている。該ノズル6からは、たとえば、第1図(a)のように、水または過酸化水素又は、その両方8を霧状にしてガス(酸素又はオゾンを含む酸素)とともにウエーハ1の表面上に供給できる。他の方法としては、第2図のように供給することもよい。或は、第1図の(b)のように、ガスを、水または過酸化水素又はその両方12の中に泡状にして通してこれらをガスとともにウエーハ1の表面に供給することも効果がある。

ヒータ3によって加熱されたウエーハの温度を変えて、ガス(酸素又はオゾンを含む酸素)に、第2図の方法によって、水または過酸化水素と水を霧状に加えたときのレジスト(ノボラック系のホトレジスト)を除去したときのレジスト除去速度と、ガスの条件との関係を示す結果を第3、4図に示す。機械のAは、ガスとして、オゾンを含む酸素ガス(第3図)のみまたは、酸素ガスのみ第4図のAのときを示し、Bは、上記ガスに水を霧状に加えたときを示し、Cは、上記ガスに水と

過酸化水素(30%)を霧状に加えたときを示したものである。縦軸は、レジストの除去速度を $\mu\text{m}/\text{分}$ の単位で示したものである。

紫外光のうち254nmのウエーハ面上での平面照度は、 $130\text{mW}/\text{cm}^2$ であり、これに対して185nmと194nmの合計の照度は、254nmに対して28%すなわち $36\text{mW}/\text{cm}^2$ であった。また、ガスの流量は、全体で5 $\ell/\text{分}$ であり、オゾンを含有了した場合のオゾンの濃度は、5%(体積比)であった。

〔発明の効果〕

本発明によれば、紫外線と熱とオゾンを含む酸素ガス又は、酸素ガスの場合よりも、水または水と過酸化水素をオゾンを含む酸素ガス又は酸素ガスに加えた方がヒドロキシラジカルの生成によって、灰化の促進ができるのでレジストの除去速度を向上させる効果がある。特に、水と過酸化水素の両方に加えた場合には、低温でも実用に供しうるレジスト除去速度が得られる効果があり、高集積化半導体デバイスの製造に有益な灰化方法

である。

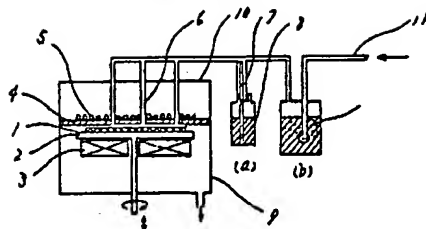
4. 図面の簡単な説明

第1、2図は、本発明の実施例の構成を示す概念図、第3、4図は本発明の実施例の結果を示す図である。

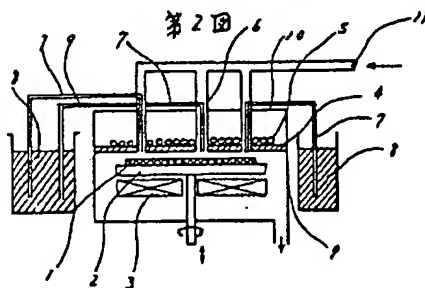
- 1…ウエーハ、2…回転上下可動ステージ、
- 3…ヒータ、4…石英ガラス、5…紫外線ランプ、
- 6…ノズル(ガス用)、7…ノズル(水、過酸化水素水用)。

代理人 弁理士 小川勝男

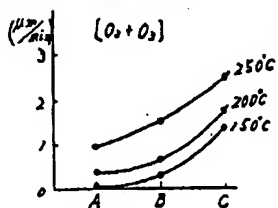
第1圖



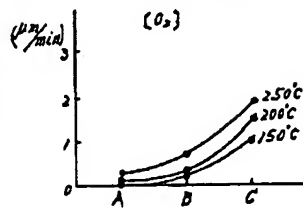
第2圖



第3圖



第4圖



ステップS14で紫外線照射を停止し、あるいは、ステップS14を実行せずに紫外線照射を続行したままステップS15に進み、ステップS15で純水を基板表面に供給することにより活性化した無機物を洗浄除去する。

このステップS15では、純水に800kHz以上の周波数の超音波振動を与えることで洗浄除去の効果を高めるのが好ましい。

なお、ステップS14の紫外線照射の停止をなくし、ステップS15で紫外線照射を継続する場合に、水が分解した水酸化イオンと無機質イオン（例えば、ナトリウムイオン）とが結合して水酸化化合物（例えば、水酸化ナトリウム）となって純水により洗浄除去されるため、洗浄除去の効果を一層高めることができる。また、このステップS15で基板の回転を継続すると、さらに洗浄除去の効果が高められる。

以上のステップS11～S15が第1方法での構成にいう第2過程（湿式洗浄過程）に相当する。

以上により、基板表面に残留している無機物が

洗浄除去される。ただし、基板には洗浄液、純水が付着している。

次いで、ステップS16で基板を高速回転させ遠心力により基板表面に付着している洗浄液、純水を吹き飛ばして基板を乾燥させる（スピンドライ）。このステップS16では、赤外線を照射することにより乾燥速度を速めることが好ましい。また、減圧によって水分の蒸発を促進するのもよい。

このステップS16が第1方法での構成にいう第3過程（回転乾燥過程）に相当し、無機質汚染物質はもとよりレジスト膜内に広く分散混入していた金属粒子等の無機物をも洗浄除去することができる。

第2の基板のレジスト除去洗浄方法

第2図は第2の基板のレジスト除去洗浄方法（以下、単に第2方法という）のプロセスを示すフローチャートである。

ステップS1からステップS10までは第1方法の実施例と同じである。ステップS1～S9が第2方法での構成にいう第一過程（乾式剥離過程）

い。

そして、第2方法ではステップS10からステップS10-1、S10-2を経てステップS11に移行する。ステップS11～S16は、第1方法と第2方法とで共通である。ステップS11～S15が第2方法での構成にいう第三過程（湿式洗浄過程）に相当し、ステップS16が第2方法での構成にいう第四過程（回転乾燥過程）に相当する。

次に、上記の第1方法、第2方法を実施する洗浄装置について説明する。

まず、第1過程（第一過程）を実行する乾式洗浄装置Xの構造について説明する。

第3図は基板の乾式洗浄装置Xの全体的な概略構成図、第4図は要部の拡大断面図、第5図は第4図におけるV-V線矢視の平面図、第6図は第4図におけるVI-VI線矢視の断面図である。

乾式洗浄装置Xの全体的な構造を主として第3図に基づいて説明する。

周壁部1aと底板部1bとからなる処理室1の内部にスピンドル2とリフター3とが設けら

に相当する。

第1方法の場合にはステップS10の後、直ちにステップS11に移行したが（第1図参照）、第2方法ではステップS11に移行する前に、ステップS10-1、S10-2を実行する。

すなわち、第2方法においては、ステップS10-1で基板を回転させながら、基板表面にレジスト剥離液を供給することにより、第一過程（乾式剥離過程）で基板表面上に残留した、または残留させたレジスト膜を湿式で剥離除去する。レジスト剥離液としては、例えば、硫酸と過酸化水素等の混合液などを使用する。

この湿式剥離によって、基板表面上のレジスト膜を実質的に完璧に近い状態で分解除去することができる。

次のステップS10-2でレジスト剥離液の供給を停止し、次のステップS11に移行する。

以上のステップS10-1、S10-2が第2方法での構成にいう第二過程（湿式剥離過程）に相当する。第1方法では、この湿式剥離過程は行わな

れている。以下、この乾式洗浄装置Xにおける処理室1を第1処理室1と、また、スピનチャック2を第1スピンチャック2と記載する。

第1スピンチャック2の回転軸4は、鉛直方向に延び、第1処理室1の底板部1bに固定された軸受部5に回転のみ自在に支持されている。

回転軸4に固定されたブリー6とモータ7の出力軸に固定されたブリー8との間に伝動ベルト9が掛張されており、モータ7の駆動によって第1スピンチャック2が水平回転するように構成されている。第1スピンチャック2および軸受部5の具体構造については後述する。

軸受部5に上下動自在に外嵌された昇降プレート10に周方向等配の状態で見立てられた複数本（この実施例の場合は6本：第6図参照）のリフターロッド3aが基板Aのリフター3を構成している。リフター3の昇降機構については後述する。

第1処理室1を構成する周壁部1aの上端外周にパッキング11のホルダー12が固着されている。第1スピンチャック2の上方には、上下動自在で

13d、13e等から構成され、下側の石英製の薄板13eには波路13cに連通する多数のオゾン拡散孔13fが均一分布の状態に形成されている。

波路13cの一端端部にはオゾン導入口16が形成され、他側端部にはページ用の不活性ガス導入口17が形成されている。蓋体13の下面には、蓋体13が下降したときに第1処理室1を密封するためにパッキング11に圧着する閉止用筒体18が取り付けられている。

透明板13bと上側の石英製の薄板13dとの間の空間には第1紫外線照射ランプ19が配置されており、この空間には図示しないランプ冷却手段（水冷式）が設けられている。

レジスト膜の分解除去効率を上げるためには、第1スピンチャック2上の基板Aと第1紫外線照射ランプ19との距離をできるだけ短くするのがよく、そうなるように閉止用筒体18の高さを定めている。

蓋体13の天板13aには、基板Aからのレジスト膜の分解除去の完了を検出するための表面処理終

下降によってパッキング11に圧着することにより第1処理室1の上方開口部1cを閉じる蓋体13が配置されている。

第1処理室1、蓋体13および蓋体13の上方空間が、周壁部14a、底板部14bおよび円錐状の天板部14cからなるハウジング14によって覆われている。天板部14cには透明材料製の窓14dが取り付けられ、外部からハウジング14の内部を観察できるようにしている。第1処理室1の底板部1bは、ハウジング14の底板部14bに嵌合し、かつ、気密的に連結されている。

ハウジング14の底板部14bの下面に取り付けられた複数の蓋体昇降用エアシリンダ15のピストンロッド15aの上端が蓋体13に連結されており、エアシリンダ15の伸縮によって蓋体13が上下動するように構成されている。第3図では、蓋体13が上昇し第1処理室1の上方開口部1cが開放された状態を示している。

蓋体13は、天板13aと、透明板13bと、上下に封向して波路13cを形成する2枚の石英製の薄板

点検手段20が取り付けられている。

この表面処理終点検出手段20は、基板Aに光を照射し、レジスト膜表面からの反射光と基板A裏面からの反射光との干渉（位相のずれ）をもってレジスト膜の分解除去の状態を検知し、干渉がなくなったときに分解除去完了を検出するものである。

第1スピンチャック2の高さ位置に相当する箇所において、直径方向で封向する状態で蓋板搬入口21aと、蓋板搬出口21bとがハウジング14の周壁部14aに形成され、上下スライドにより搬入口21a、搬出口21bを開閉するラック付きのシャッタ22a、22bと、各シャッタ22a、22bのラックに噛合するピニオンギヤ23a、23bと、各ピニオンギヤ23a、23bを駆動する図示しないモータとが設けられている。なお、シャッタ22a、22bのラックもピニオンギヤ23a、23bの歯部も図示を省略してある。

ハウジング14の周壁部14aの外側において、蓋板搬入口21aを通して基板Aをハウジング14内に

搬入する基板搬入機構24aと、基板搬出機構24bを通してハウジング14から外部に基板Aを搬出する基板搬出機構24bとが設けられている。

これら基板搬入機構24aと基板搬出機構24bとは同じ構造をもつもので、例えば、実開昭60-176548号公報に開示され、また、第7図にも示すように、モータ25と、モータ25の回転軸に取り付けられた第1アーム26と、第1アーム26の遠端部に回転自在に取り付けられた第2アーム27と、第1アーム26の回転運動を伝達して第2アーム27を回転させる伝動機構28と、第2アーム27の遠端部に形成され、搬置した基板Aを吸着保持する真空チャック口29等から構成されている。

30は酸素ポンプ、31はバルブ、32は流量計、33はフィルタ、34はバルブ、35はオゾン発生器で、オゾン発生器35から導出されたオゾン導入管36の先端が上下の石英製の薄板13d、13e間に臨み、前述のオゾン導入口16を形成している。

なお、例えば流量計32をオゾン発生器35のオゾン出口側へ配設する等のように、オゾン導入口16

へオゾンを供給するための前記各機器の配置順は変更してもよく、第3図に示した配置順に限定しない。

37は酸素等の不活性ガスのポンプ、38はバルブ、39は不活性ガス導入管で、不活性ガス導入管39の先端が上下の石英製の薄板13d、13e間に臨み、前述の不活性ガス導入口17を形成している。

第1処理室1の隔壁部1aとハウジング14の隔壁部14aとの間にオゾンの排気チャンバ40が形成され、この排気チャンバ40に連通する排気ダクト41がハウジング14の外部に導出され、図示しないブロウに接続されている。

また、第1処理室1の下部に有孔板42が設けられ、この有孔板42と第1処理室1の底板部1bとの間の空間部からレジスト膜の分解除去の際に発生したCO₂、H₂O等のガスを排出する排気ダクト43が第1処理室1の外部に導出され、排気バルブ44を介して前記の図示しないブロウに接続されている。

ハウジング14は、複数本の支柱45を介してベ-

ース46に支持され、このベース46に第1スピンドルチャック2を回転する前述のモータ7が取り付けられている。ベース46に立設されたリフター昇降用エアシリンダ47のピストンロッド47aは、第1処理室1の底板部1bに貫通固定されたガイド筒48を貫通し、その上端が前述の昇降プレート10に固定されている。ピストンロッド47aは有孔板42を貫通している。

リフター3を構成する複数のリフターロッド3aは、第1スピンドルチャック2を貫通して上下動し、上昇により第1スピンドルチャック2の上面よりも上方に突出する一方、下降により第1スピンドルチャック2の下面よりも下方に退出するように構成されている。

リフターロッド3aと第1スピンドルチャック2の貫通部分との位置合わせをするために次のような機構が設けられている。

すなわち、第1スピンドルチャック2の回転軸4の下端に円板49が固着され、第8図に示すように、この円板49の周縁の1箇所に凹部49aが形成され、

この凹部49aに係合するロックピン51をピストンロッド52aの先端に設けた位置決め用エアシリンダ52がベース46に取り付けられている。

そして、凹部49aがロックピン51に丁度対向する位置にきたときにモータ7を停止するための光学式の回転角センサ(図示せず)が設けられている。

次に、第4図および第5図に基づいて第1スピンドルチャック2の具体的構造について説明する。

第1スピンドルチャック2は、ヒーク53をサンドイッチ状に挟んだ上板2aと下板2bとが周縁近傍の円周上において複数のボルト54で締め付け固定され、上板2aと下板2bとにわたってリフター3の各リフターロッド3aを貫通させるための貫通孔2cが複数個(6個)形成されている。

上板2aに十字状に真空吸引路2dが形成され、その真空吸引路2dから上板2aの表面に貫通する状態で基板Aを吸着保持するための複数(周方向90度ごとの4つと中心の1つの合計5つ)の基板吸着孔2eが形成され、下板2bに形成された

真空吸引路2fと上板2aの真空吸引路2dとが縦方向の連通路2gを介して気密的に連通接続されている。

2h, 2iは真空吸引路2d, 2fが上板2a, 下板2bの周端面に開口する部分を気密閉塞する栓である。

第1スピントチャック2の中心近傍において、上板2aに熱電対等の感温センサ55が埋め込まれ、そのリード線55aおよびヒータ53のリード線53aが下板2bを貫通して下方に導出されている。

筒状の回転軸4の上端に外嵌固定された連結筒56の上端が第1スピントチャック2の下板2bに当接され、上板2aおよび下板2bを貫通する複数のボルト57によって第1スピントチャック2と連結筒56とが固定されている。

連結筒56には下板2bの真空吸引路2fに連通する真空吸引路56aが形成されている。56bは栓である。また、回転軸4の外側には真空吸引路56aに連通する真空吸引路4aを形成するための外筒58が固定されている。

その内側の小さな円周上に孔10bを形成し、さらにその内側のさらに小さな円周上に孔10cを形成してある。これらの孔10a, 10b, 10cは中心に向かって1列に並んでおり、そのような孔列が6組等配されている。

基板Aの大きさに応じて第1スピントチャック2を交換するときに、ナット61を外し各リフターロッド3aの取り付け位置(孔10a, 10b, 10c)を変更するのである。なお、10dは昇降プレート10を軽量化するための孔である。

次に、軸受部5の構造を第4図および第6図に基づいて説明する。

軸受部5は、フランジ部62aがボルト63によって第1処理室1の底板部1bに固定された筒状体62と、筒状体62の上部に内嵌されボルト64によって固定された蓋部65と、筒状体62の上下2箇所に装着され回転軸4を軸支するベアリング66, 67等から構成されている。

蓋部65には、回転軸4と外筒58との間の真空吸引路4aに連通する真空吸引路65aが形成され、

前記のリード線53a, 55aは連結筒56の内側を通り、回転軸4の内部に通線されている。第1スピントチャック2は、基板Aの大きさによって交換するものであり、ボルト57の操作によって第1スピントチャック2を連結筒56に対して着脱自在に構成してある。

これに伴って、第1スピントチャック2から導出されたリード線53a, 55aも回転軸4に通線されているリード線59に対して接続分離自在とする必要があり、リード線53a, 55aとリード線59とがコネクタ60によって接続されている。

また、第1スピントチャック2の交換に伴ってリフター3のリフターロッド3aの位置を調整する必要がある。このため、リフターロッド3aの下端のネジ部3bを昇降プレート10の孔10aに貫通させナット61で固定するように構成することによってリフターロッド3aを着脱自在なものとしている。

昇降プレート10には、第6図に示すように、大きな径の円周上に形成された前記の孔10a以外に、

この真空吸引路65aは図示しない経路を介して図示しない真空ポンプに接続されている。

次に、第1方法の第2, 第3過程あるいは第2方法の第二〜第四過程を実行する湿式洗浄装置Yの構造について説明する。

第9図は基板の湿式洗浄装置Yの全体的な概略構成図である。

第2スピントチャック68を収納する第2処理室69は、周壁部69aと円錐状の底板部69bと天板部69cとから構成されている。天板部69cには空部69dが形成されている。

直径方向で対向する状態で基板搬入口70aと、基板搬出口70bとが第2処理室69の周壁部69aに形成され、上下スライドにより搬入口70a, 搬出口70bを開閉するシャッタ71a, 71bが設けられている。シャッタ71a, 71bの駆動機構(図示せず)は乾式洗浄装置Xの場合と同様である。

第2処理室69の周壁部69aの外側において、基板搬入口70aを通して基板Aを第2処理室69内に搬入する基板搬入機構(図示せず)と、基板搬出

口70bを通して第2処理室69から外部に基板Aを搬出する基板搬出機構(図示せず)とが、乾式洗浄装置Xの場合と同様に設けられている。これら基板搬入機構と基板搬出機構の構造は第7図に示したものと同一である。

第2スピンドルチャック68も水平回転するもので、その回転軸72は、鉛直方向に延び、第2処理室69の円錐状の底板部69bの中央部を回転自在、かつ、昇降自在な状態で貫通している。この回転軸72は図示しないモータにより回転され、かつ図示しないエアシリンダによって昇降されるように構成されている。

第2スピンドルチャック68には直径方向に対向した位置に高いピン73aと低いピン73bとが立設され、その内側に基板保持用の突起74が取り付けられている。

第2スピンドルチャック68について一点鎖線で示した下方の位置は原点位置である。実線で示した位置は搬入口70aから搬入されてきた基板Aを受け取り、また、その位置から搬出口70bを通して基

板Aを外部に搬出する受け渡し位置であるとともに、第2スピンドルチャック68の回転を許容する位置でもある。

第2スピンドルチャック68に対して搬入されてきた基板Aは高いピン73aと低いピン73bとの間に落とされ、突起74によって載置支持される。第2スピンドルチャック68について二点鎖線で示した上方の位置は基板Aに対する紫外線照射位置である。

第2処理室69の窓部69dの上方近傍に第2紫外線照射ランプ75が配置され、このランプ75と窓部69dとの間にコンデンサレンズ76が介在されている。

第2スピンドルチャック68を二点鎖線で示す位置まで上昇させるのは、基板Aをできるだけ第2紫外線照射ランプ75に接近させて紫外線エネルギーを有効に基板Aの表面に照射するためである。また、コンデンサレンズ76を設けて紫外線を集光するのも同じ理由による。

第2処理室69の周壁部69aの上端近傍には、実線位置にある基板Aの表面に対して、硫酸と過酸

化水素の混合液等のレジスト剝離液RWを噴射供給するレジスト剝離液噴射ノズル77と、同じ実線位置にある基板Aの表面に対して純水等の洗浄液CWを噴射供給する洗浄液噴射ノズル78とが取り付けられている。底板部69bの斜面下端には、レジスト剝離液RW、洗浄液CWを排出するドレイン79が設けられている。

また、第2処理室69の周壁部69aの上端には窒素ガス等の不活性ガス導入口80が配置され、直径方向で対向した位置に排気口81が設けられている。

次に、この実施例の基板の乾式洗浄装置Xの動作を順を追って説明する。

初期状態において、既に、位置決め用エアシリンダ52が伸長してロックピン51が円板49の凹部49aに係合され、回転軸4、第1スピンドルチャック2の回転が規制されている。この状態では、各リフターロッド3aが、第1スピンドルチャック2の各貫通孔2cと位置合わせされている。

また、初期状態において、リード線59、53aを介してヒータ53に通電され、第1スピンドルチャック

2が加熱された状態にある。加熱温度は温度センサ55による温度検出に基づいて所定の温度に維持される。その温度は通常、200℃以上、300℃以下である。

ピニオンギヤ23aを駆動してシャック22aを下降させ基板搬入口21aを開く。他方の基板搬出口21bはシャック22bによって閉塞されている。

蓋体昇降用エアシリンダ15を伸長させて蓋体13を上昇させ、蓋体13の下面と第1スピンドルチャック2の上面との間に基板搬入機構24aの第2アーム27が進入し得る空間を確保する。

基板搬入機構24aにおける第2アーム27に基板Aを載置し真空チャック口29からの真空吸引によって基板Aを保持させる。モータ25を駆動することにより、第1アーム28、第2アーム27を変位させて第2アーム27上の基板Aを基板搬入口21aからハウジング14内に搬入し、第1スピンドルチャック2の真上に基板Aがきたタイミングでモータ25を停止する。

リフター昇降用エアシリンダ47を伸長させると、

リフター3を構成する複数本のリフターロッド3aが第1スピンチャック2の貫通孔2cを通り、その上端部が第1スピンチャック2の上面よりも上方に突出して基板搬入機構24aの第2アーム27の高さ位置に達する。このタイミングで真空チャック口29からの真空吸引を解除する。

リフターロッド3aは引き続き上昇し、第2アーム27上の基板Aを複数本のリフターロッド3aの上端で受け取る。

モータ25を逆方向に駆動して第2アーム27を基板搬入口21aから退避させ、次いで、ピニオンギヤ23aを逆転駆動してシャッタ22aを上昇させ基板搬入口21aを閉鎖する（以上、ステップS1に相当）。

リフター昇降用エアシリンダ47を収縮してリフター3のリフターロッド3aをその上端部が第1スピンチャック2の下面よりも下方にくるまで退出させる。これは、後工程での第1スピンチャック2の回転の妨げにならないようにするためである。

シ51を円板49の凹部49aから離脱し回転軸4をフリーの状態にする。

次いで、モータ7を回転することにより、プーリー8、伝動ベルト9、プーリー6を介して回転軸4、第1スピンチャック2を回転し、第1スピンチャック2に吸着保持されている基板Aを回転する。

また、バルブ31、34を開き、酸素ポンプ30からオゾン発生器35に酸素を供給するとともに、オゾン発生器35の電源を投入して供給されてきた酸素をオゾンに変換し、オゾン導入管36を介してオゾン導入口16から蓋体13の上下の石英製の筒板13d、13e間に所要流量のオゾンを供給する。

なお、バルブ31、34は常時開けておいて、オゾン導入口16へオゾン供給しない間、オゾン排出用の排気ダクトを設けておいて、そこへオゾンを排出するようにしておいてもよい。

オゾンは、下側の筒板13eに形成されたオゾン拡散孔13fを介して第1スピンチャック2に吸着保持され回転している基板Aの表面に供給される。

リフターロッド3aの上端部が第1スピンチャック2の上面位置を通過したときにリフターロッド3a上の基板Aが第1スピンチャック2の上面に移載される。

第1スピンチャック2は既にヒータ53によって所定温度に加熱されているため、基板Aは第1スピンチャック2の上面への移載直後から加熱され始める。これによって、基板Aの表面のレジスト膜が熱分解し始める。このレジスト膜の熱分解は、次工程でのレジスト膜の分解除去を促進する（以上、ステップS2に相当）。

蓋体昇降用エアシリンダ15を収縮させて蓋体13を下降させ、蓋体13の閉止用筒体18の下面を第1処理室1の上端のパッキング11に圧着して第1処理室1を密閉する。

次いで、図外の真空ポンプを駆動して真空吸引路65a、4a、56a、2f、連通路2g、真空吸引路2dを介して基板吸着孔2eに負圧をかけ、基板Aを第1スピンチャック2上に吸着保持する。

位置決め用エアシリンダ52を収縮してロックピ

このオゾン供給と同時に図外のブロウを駆動し排気ダクト41を介して排気チャンバ40を負圧にし、第1処理室1内から不測にオゾンが室内に漏れ出すのを防止する。また、バルブ44も開けておく（以上、ステップS3に相当）。

次に、第1紫外線照射ランプ19を点灯して回転中の基板Aの表面に対して前記のオゾン供給とともに紫外線の照射を行う。

照射した紫外線によってオゾンO₃は活性化された酸素原子Oに分解され、この酸素原子Oにより基板Aの表面のレジスト膜を形成している有機物を酸化し、CO₂、H₂O等に変化させて基板Aから分離除去する。生成したCO₂、H₂O等のガスは排気ダクト43を介して室外に排出される。

なお、前記酸化反応において、紫外線および熱は有機物の分解および有機物と活性化された酸素原子Oとの結合を促進する作用がある。

基板Aを回転しながら紫外線を照射するので、レジスト膜全面に対する均一な照射が可能である（以上、ステップS4に相当）。

また、従来例のように紫外線によって空気中の酸素からオゾンを生じさせるのではなく、最初からオゾンのかたちでレジスト膜に対して直接的に供給するから、供給オゾン量が充分でレジスト膜とオゾンとの接触頻度が高く、レジスト膜の分解除去速度が速くなる。

また、従来例のように第1スピンドルチャック2を上下方向に揺動させるための機構は不要であり、構造の簡素化に役立っている。

回転する基板Aに対してオゾン供給と紫外線照射とを同時に行う過程(ステップS4)で前述のようにレジスト膜が次第に分解除去されていく。その分解除去の程度(レジスト膜の膜厚の減少量)は表面処理終点検出手段20からの信号によって監視されており、分解除去が完了したとき(膜厚がほぼゼロになったとき)の表面処理終点検出手段20からの完了信号によってオゾンの供給を停止する。すなわち、オゾン発生器35の電源をオフするとともにバルブ31、34を閉止する。

なお、オゾン発生器35の電源をオフせず、かつ

上、ステップS7に相当)。

次に、蓋体昇降用エアシリンダ15を伸長させて蓋体13を上昇させ、第1処理室1を開放する。そして、モータ7の回転を低速に切り換える。図示しない光学式の回転角センサが回転軸4の下端の円板49の所定回転位相を検出したときにモータ7が停止される。これによって、円板49の凹部49aがロックピン51に丁度対向する位置で停止する(以上、ステップS8に相当)。

次いで、基板吸着孔2eにかけていた負圧を解除し、基板Aに対する吸着保持を解除する。

そして、位置決め用エアシリンダ52を伸長してロックピン51を円板49の凹部49aに係合して回転軸4、第1スピンドルチャック2の回転を規制する。これによって、リフター3を構成する各リフターロッド3aが、第1スピンドルチャック2の各貫通孔2cと位置合わせされる。

リフター昇降用エアシリンダ47を伸長させてリフター3の複数本のリフターロッド3aを第1スピンドルチャック2の貫通孔2cを通してその上端部

バルブ31、34を閉止せず、オゾンの生成を続行して、オゾンを生じさせるためのオゾン排気ダクトを設け、そこへ排気するようにしてもよい。

オゾン供給停止の後も紫外線の照射を所要時間にわたって継続することにより、基板Aの表面の界面に残留しているレジスト膜を引き続き分解除去する(以上、ステップS5に相当)。

前記所要時間の経過後、第1紫外線照射ランプ19を消灯する。ただし、ヒータ53に対する通電は継続しておく(以上、ステップS6に相当)。

次いで、バルブ38を開けて不活性ガスホーン37から不活性ガス導入口39を介して不活性ガス導入口17から蓋体13の上下の石英製の薄板13d、13e間に所要流量の不活性ガス(例えば、窒素ガス)を供給する。

この不活性ガスは、下側の薄板13eに形成されたオゾン拡散孔13fを介して第1処理室1内に流入し、第1処理室1内に残留しているオゾンや第1処理室1内で生成されたCO₂、H₂O等のガスを排気ダクト43を介して室外に排気する(以

て第1スピンドルチャック2の上端よりも上方に突出させる。すると、第1スピンドルチャック2上の基板Aが複数本のリフターロッド3aに移載される。リフターロッド3aはさらに上昇し、所定の位置で停止する。

ピニオンギヤ23bを駆動してシャック22bを下降させ基板搬出口21bを開く。基板搬出機構24bにおけるモータ25を駆動することにより、第1アーム26、第2アーム27を変位させて第2アーム27の先端をリフターロッド3aに支持されている基板Aの下方向に進入させ、モータ25を停止する。

次いで、真空チャック口29からの真空吸引によって基板Aを第2アーム27に吸着保持させる。

リフター昇降用エアシリンダ47を収縮してリフターロッド3aをその上端部が第1スピンドルチャック2の下面よりも下方にくるまで退出させる。リフターロッド3aの下降によっても基板Aは第2アーム27に吸着保持された状態を保つ。

基板搬出機構24bにおけるモータ25を逆方向に駆動して第2アーム27を基板搬出口21bから退避

させることにより、基板Aを乾式洗浄装置Xにおけるハウジング14の外部に搬出する。

次いで、ビニオンギヤ23bを逆転駆動してシャック22bを上昇させ基板搬出口21bを閉塞する（以上、ステップS9に相当）。

以上の乾式洗浄装置Xにおける乾式洗浄過程に引き続いて、湿式洗浄装置Yにおける湿式洗浄過程に移行する。

すなわち、湿式洗浄装置Yにおける第2処理室69内の第2スピンチャック68は、予め一点鎖線で示す原点位置で待機している。

図示しないモータを駆動してシャック71aを下降させ基板搬入口70aを開く。他方の基板搬出口70bはシャック71bによって閉塞されている。

乾式洗浄装置Xから搬出され図示しない基板搬入機構の第2アーム27に吸着保持された基板Aを基板搬入口70aから第2処理室69内に搬入し、第2スピンチャック68の真上に基板Aがきたタイミングでモータ25を停止する。

図示しないエアシリンダの駆動によって回転軸

（以上、ステップS10-1に相当）。所要時間が経過するとレジスト剝離液RWの供給を停止する（以上、ステップS10-2に相当）。

この場合、レジスト剝離液RWとしては、例えば、80℃以上の硫酸と過酸化水素との混合液を使用したり、硫酸以外の物質（例えば、アンモニア）と過酸化水素との混合液を使用したりする。

第1方法においては、このレジスト剝離液RWの供給は行わない。

そして、第1方法においては、基板搬入機構の第2アーム27を第2処理室69から退出させ、シャック71aで基板搬入口70aを閉塞（ステップS10）した後、また、第2方法においては、レジスト剝離液RWの供給を停止（ステップS10-2）した後、次の湿式洗浄過程に進む。

すなわち、第2スピンチャック68の回転続行によって基板Aを回転させながら洗浄液噴射ノズル78から基板Aの表面に向けて洗浄液CWを噴射供給することにより、基板Aを1次的に洗浄処理する（以上、ステップS11に相当）。所要時間が経

72を上昇させて第2スピンチャック68を実置位置まで上昇させることにより、高いピン73aと低いピン73bとが基板Aの外側に位置する状態とする。そして、真空チャック口29からの真空吸引を解除し、基板Aを突起74で受け取る。

モータ25を逆方向に駆動して第2アーム27を基板搬入口70aから退避させ、次いで、シャック71aを上昇させ基板搬入口70aを閉塞する（以上、ステップS10に相当）。

ここで、第2方法においては、第2スピンチャック68の回転によって基板Aを回転させながらレジスト剝離液噴射ノズル77から基板Aの表面に向けてレジスト剝離液RWを噴射供給することにより、前段の乾式洗浄装置Xにおける活性化された酸素原子Oによるレジスト膜分解除去では完全に除去されず基板Aの表面に残留しているレジスト膜、あるいは、乾式洗浄装置Xにおけるレジスト膜分解除去を意図的に途中段階までとして基板Aの表面に残留させたレジスト膜を、湿式方式によって実質的に完全に近い状態まで剝離除去する。

過すると洗浄液CWの供給を停止する（ステップS12に相当）。

なお、この湿式洗浄過程においては洗浄液CWとして純水を噴射供給するのが普通であるが、必要に応じて、純水を噴射供給する前に、アンモニアと過酸化水素と純水の混合液を基板Aの表面に噴出供給し、洗浄液噴射ノズル78に同波長が800kHz以上の超音波振動を与えることにより、換言すれば、アンモニアと過酸化水素との混合水溶液によるいわゆるメガソニック洗浄を行うことにより、基板Aの表面に残留している微細粒子をも確実に洗浄除去することができる。

次いで、回転軸72を上昇することにより第2スピンチャック68とともに基板Aを上方の二点鎖線で示す位置まで上昇させる。そして、第2紫外線照射ランプ75を点灯して回転中の基板Aの表面に対して紫外線の照射を行う。この紫外線はコンデンサレンズ76によって集光されエネルギー密度が高められた状態で基板Aに照射される。

紫外線の中心波長は、184.9 nmであり、金属

粒子等の無機物を活性化する。紫外線の波長が短いほどエネルギーが大きくなるので、短い波長が好ましい。また、均一照射のためには基板Aを回転させるのが良い。

なお、不活性ガス導入口80から窒素ガス等の不活性ガスを第2処理室69内に導入することにより、紫外線で活性化された酸素原子O等の気体を排気口81より外部に排出するのが好ましい(以上、ステップS13に相当)。

なお、上記(ステップS13)において、基板Aの表面に付着した無機質イオンの結合エネルギー以上のエネルギーを与えることができる場合には、上昇によって基板Aを第2紫外線照射ランプ75に近接させたり、コンデンサレンズ76によって紫外線を集光したりする必要はない。

所要時間が経過すると紫外線の照射を停止する(ステップS14に相当)。

基板Aの回転を継続したまま回転軸72を下降させ、第2スピンドラック68とともに基板Aを実線位置まで下降させる。なお、一旦、基板Aの回

このスピンドライの過程では、乾燥用紫外線ランプ、特にシリコンウエハが吸収しやすい1.2 μ mの波長の紫外線を照射したり、第2処理室69を減圧したりすることにより乾燥速度を速めることが好ましい。回転乾燥過程によって、レジスト膜内にめり込んでいた無機物はもとよりレジスト膜内に広く分散混入していた金属粒子等の無機物をも洗浄除去することができる(以上、ステップS16に相当)。

以上のように、乾式洗浄装置Xにおいて基板Aの表面のレジスト膜を分解除去し、湿式洗浄装置Yにおいて無機物を洗浄除去することが効果的に行われる。

なお、第1図または第2図のフローチャートにおいて、ステップS4とステップS5のいずれか一方を省略して実施する場合も本発明に含まれる。

また、第2処理室69の上方から基板Aを吊り下げ、基板Aの下方からレジスト剥離液RW、洗浄液CWを噴射供給してもよい。第1、第2スピンドラック2、68のチャックの構造としては、真空

板を停止させてから回転軸72を下降させ、それから回転させてもよい。

そして、洗浄液噴射ノズル78から純水を基板Aの表面に向けて噴射供給することにより、基板Aの表面に残留している金属粒子等の無機物を洗浄除去する。この洗浄過程において、必要に応じて洗浄液噴射ノズル78に超音波振動子を付設しておき、800kHz以上の周波数の超音波振動を純水に付加して洗浄効率を高めるようにしてもよい。

なお、この洗浄過程中においても紫外線を照射し続けると、水が分解した水酸化イオンと、基板Aの表面の無機質イオン、例えば、ナトリウムイオンとが結合して水酸化ナトリウムとなるため、純水によって除去すること、あるいは、第2スピンドラック68の回転によって除去することが一層効果的となる(以上、ステップS15に相当)。

次に、第2スピンドラック68を高速回転させることにより基板Aに大きな遠心力を働かせ、基板Aの表面に付着している洗浄液、純水を吹き飛ばして基板Aを乾燥させる(スピンドライ)。

吸着方式のほか、挟持ピンによる挟持その他の構造であってもよい。

第2スピンドラック68を第2紫外線照射ランプ75に近接させるために第2スピンドラック68を昇降自在としておるが、乾式洗浄装置Xにおけるのと同様に第2紫外線照射ランプ75の方を昇降自在としてもよい。

また、乾式洗浄装置Xと湿式洗浄装置Yとを並設するのではなく、乾式洗浄装置X自体において、筐体13にレジスト剥離液噴射ノズル77や洗浄液噴射ノズル78を設け、レジスト膜の分解除去後、筐体13が上昇した段階で基板Aの表面にレジスト剥離液RW、洗浄液CWを噴射するように構成してもよい。

また、第1紫外線照射ランプ19を充分に冷却することができるのであれば、2枚の石英製の覆板13d、13eのうち上側の覆板13dを省略し、オゾン導入口16、不活性ガス導入口17を透明板13bと下側の覆板13eとの間に配置してもよい。

さらに、下側の覆板13eも省略するとともに、

紫外線照射ランプ19を複数本水平方向に列設し、かつそれらの紫外線照射ランプ19と透明板13bとの間にオゾン導入口16および不活性ガス導入口17を配置することによって、紫外線照射ランプ相互間のスリット状の隙間から、オゾンや不活性ガスを供給するようにしてもよい。こうすることにより、オゾン導入口16から基板Aまでの距離および紫外線照射ランプ19と基板Aとの距離が短くなり、レジスト膜を分解除去する効率を高められる。

レジスト膜を分解除去する際のレジスト膜の膜厚の変化を検出する他の手段として、レジスト膜を透過する波長の光を基板に照射し、その反射光または透過光の強度を検出し、その時間的変化の基準周期をもった成分の基準周期に応じた時間差分値を求め、それを所定の閾値と比較し、その結果に基づいてレジスト膜除去終了点を検知する手段を挙げることができる。

レジスト膜の膜厚の大小に応じて、オゾン供給量を自動的に調整するように構成すれば、レジスト膜の分解除去時間を膜厚変化にかかわらず、常

いた無機物の他に、レジスト膜内にめり込んでいた無機物や、もともとレジスト中に分散混入していた金属粒子等の無機物まで、きわめて効率良く除去することができる。

(ロ) 前記第1過程は、基板を加熱するとともに基板を回転させるから、レジスト膜の分解除去を短時間、かつ、基板表面の全面にわたって均一に行うことができる。

(ハ) 前記第3過程は、基板を高速回転させ遠心力によって基板上の洗浄液を吹き飛ばすので基板の乾燥を高速度に行える。

また、本発明の第2の基板のレジスト除去洗浄方法によれば、上記(イ)～(ハ)に加えて、次の(ニ)の効果が発揮される。

(ニ) 第一過程(上記の第1過程と同じ)の乾式のレジスト膜分解除去によってもなお基板表面に残留した、または残留させたレジスト膜を、レジスト剥離液の供給によって湿式で剥離除去する過程(第二過程)を含むことから、レジスト膜の分解除去を実質的に完璧に近いものとできるとも

にはば一定にすることができる。

上記実施例では、リフターロード3aを第1スピンチャック2の上下にわたって昇降するのに、第1スピンチャック2に貫通孔2cを形成したが、貫通孔2cに代えて切欠き溝を形成してもよい。

<発明の効果>

本発明の第1の基板のレジスト除去洗浄方法によれば、次の(イ)～(ハ)の効果が発揮される。

(イ) 基板の表面に対しオゾン供給または紫外線照射の少なくともいずれか一方を行うことにより、基板表面のレジスト膜を分解除去する第1過程の後に、基板表面の無機物を洗浄除去する第2過程と、基板上の洗浄液を絞り切り乾燥する第3過程を行うから、レジスト膜内にめり込んでいた無機物やもともとレジスト中に分散混入していた金属粒子等の無機物は、第1過程においてレジスト膜が分解されることにより基板表面に露出させておいてから、それを洗浄除去する第2過程を行うので、きわめて効果的に除去できる。

すなわち、レジスト膜やレジスト膜に付着して

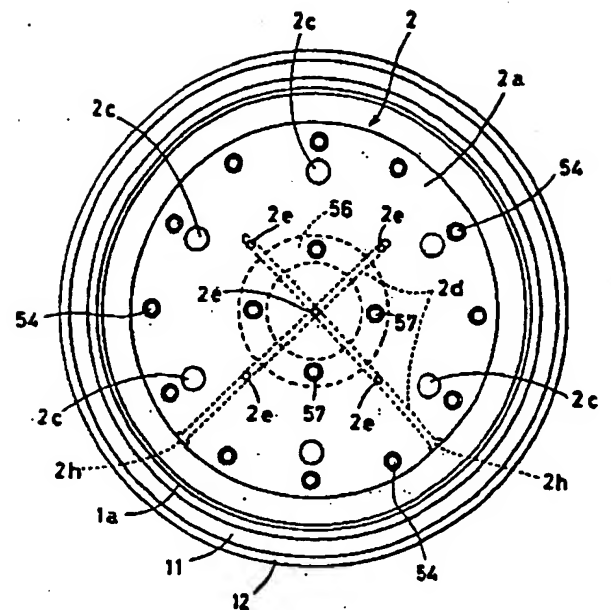
に、その結果として、レジスト膜に付着していた無機物、レジスト膜内にめり込んでいた無機物、もともとレジスト中に分散混入していた金属粒子等の無機物の除去を一層効率良く行うことができる。

4. 図面の簡単な説明

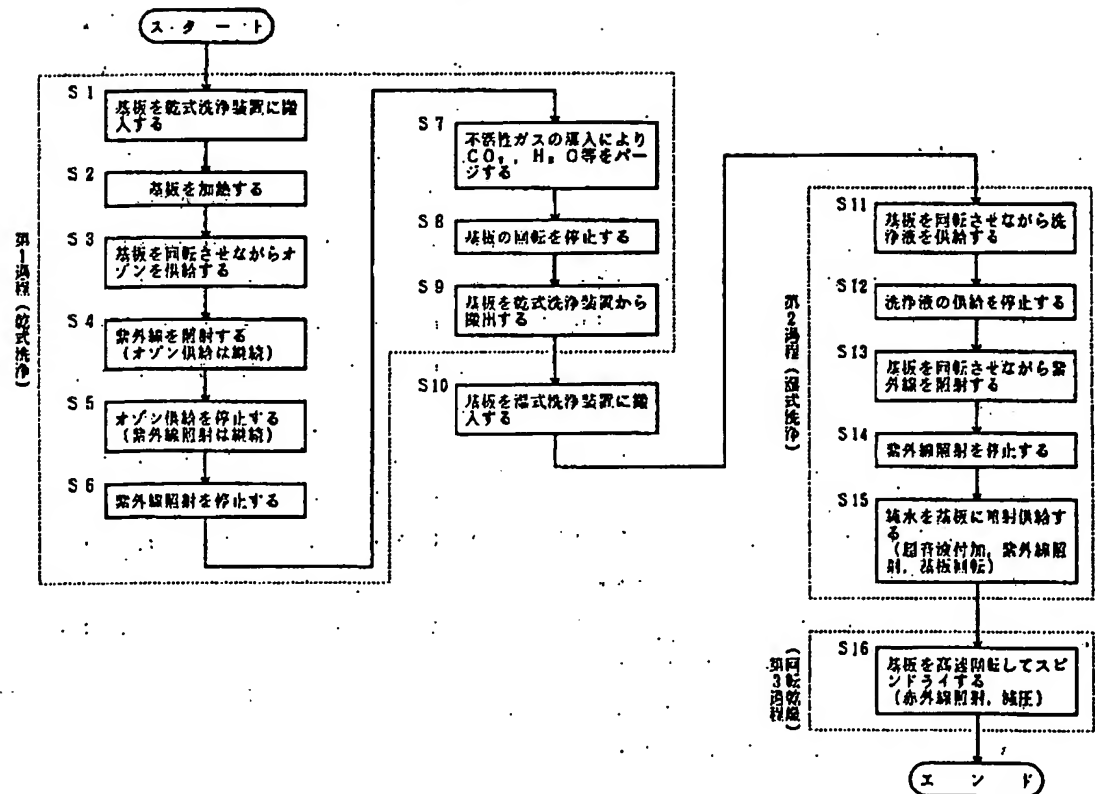
第1図ないし第9図は本発明の実施例に係り、第1図は第1の基板のレジスト除去洗浄方法のプロセスの一例を示すフローチャート、第2図は第2の基板のレジスト除去洗浄方法のプロセスの一例を示すフローチャート、第3図は乾式洗浄装置の全体的な概略構成図、第4図は乾式洗浄装置の要部の拡大断面図、第5図は第4図におけるV-V線矢視の平面図、第6図は第4図におけるVI-VI線矢視の断面図、第7図は基板搬入機構、基板搬出機構の斜視図、第8図はスピンチャックのロック機構を示す平面図、第9図は湿式洗浄装置の概略構成図である。

第10図は従来例について問題点を指定するための説明図である。

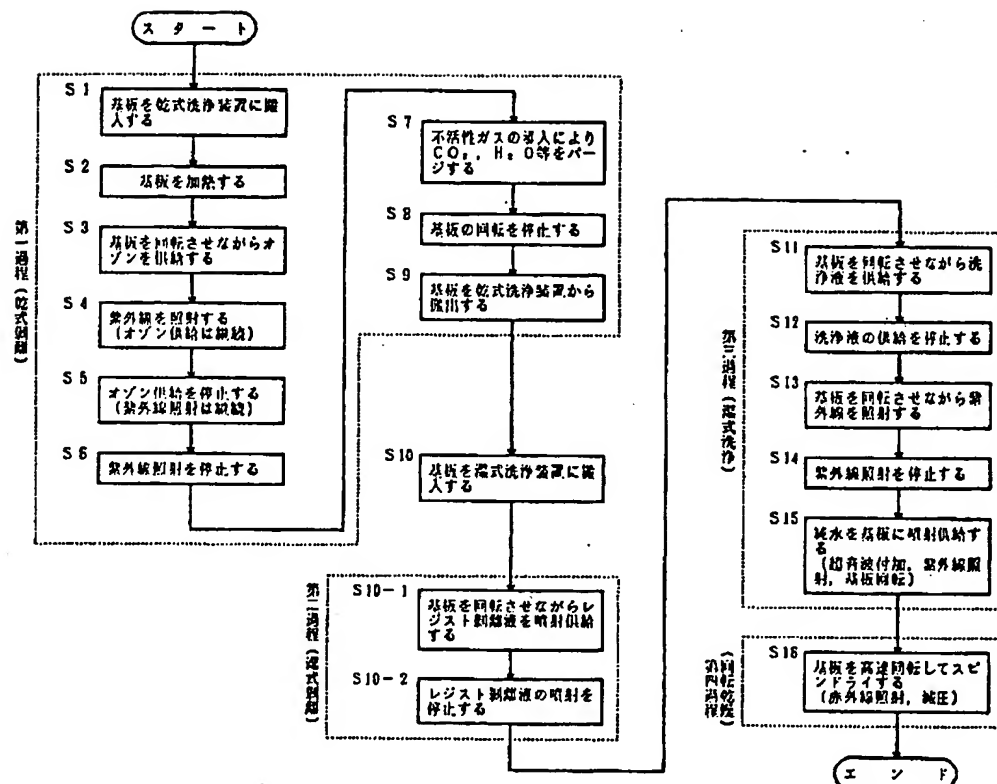
第 5 回



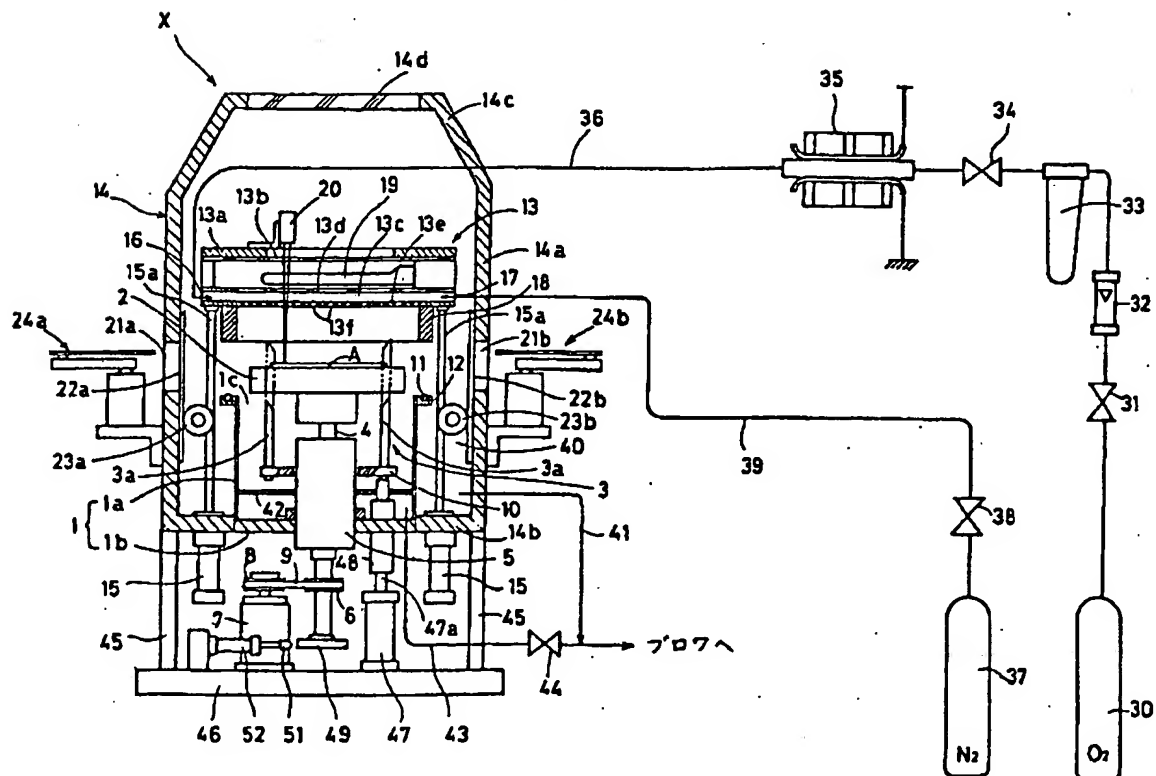
第 1 圖



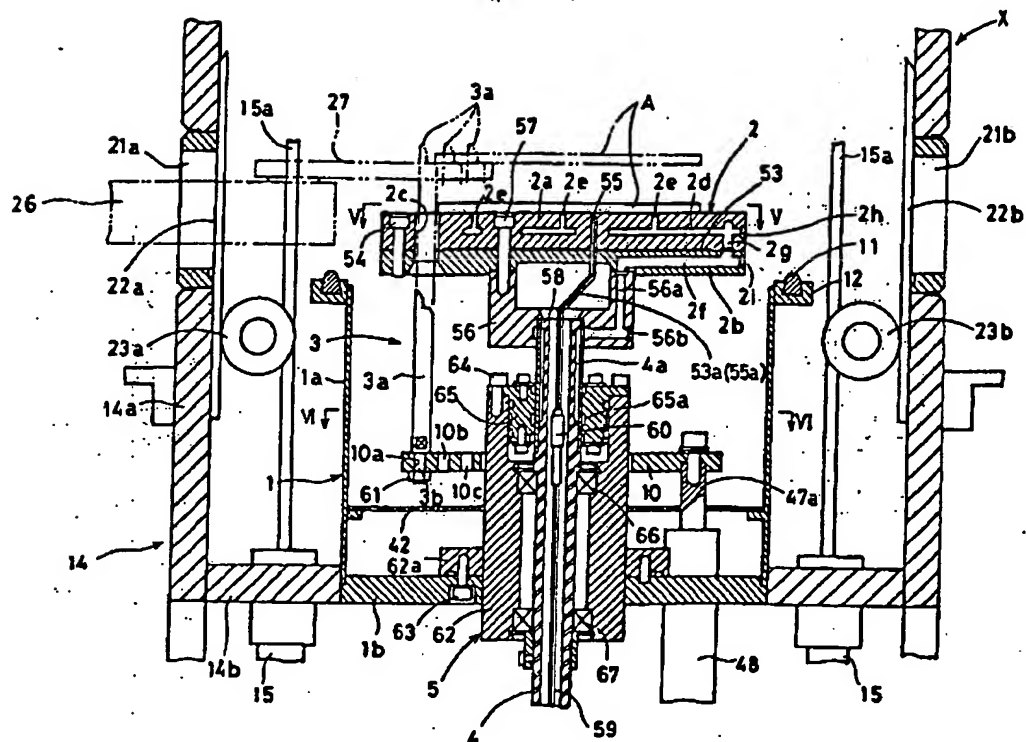
第 2 図



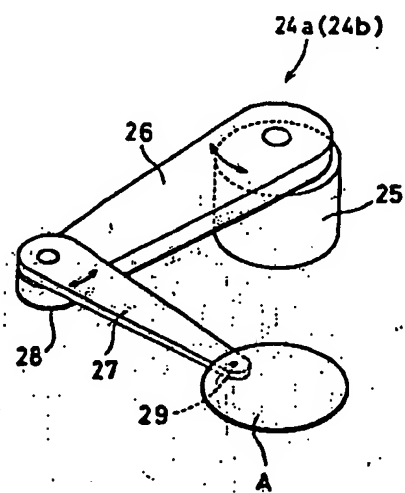
第 3 図



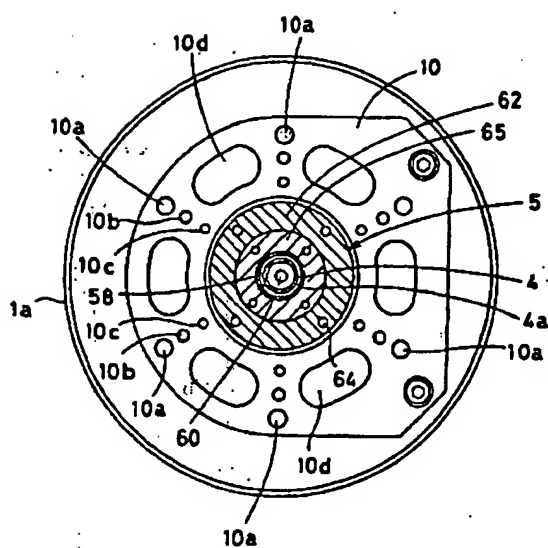
第 4 節



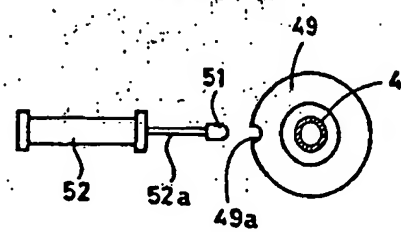
第 7 图



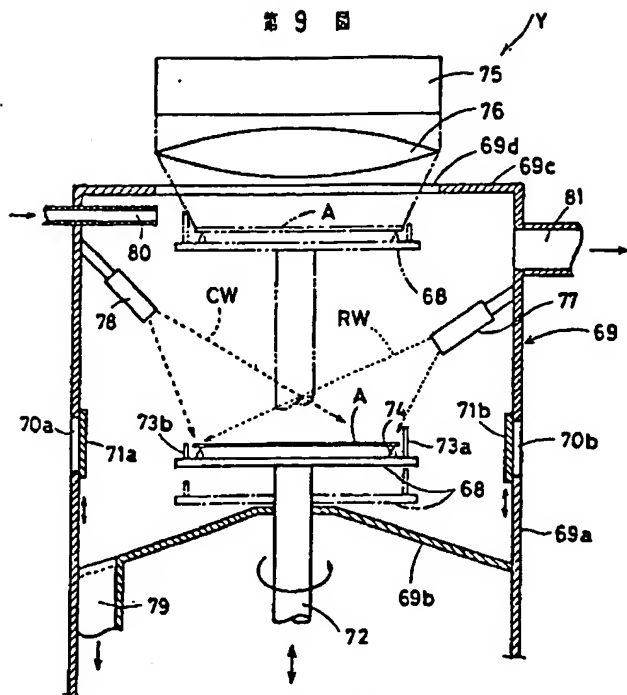
第 6 回



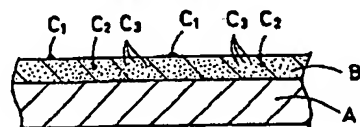
第 8 章



第 9 図



第 10 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.